

電気冷蔵庫の庫内各部の温度分布の検討 (無負荷自動運転に於ける)

The Examination of the Distribution of the Temperature
in Each Part of the Electric Refrigerator
(In an automatic no-load running)

佐々木 いさ子

Sasaki, Isako

(前教授, 家庭管理, 担当)

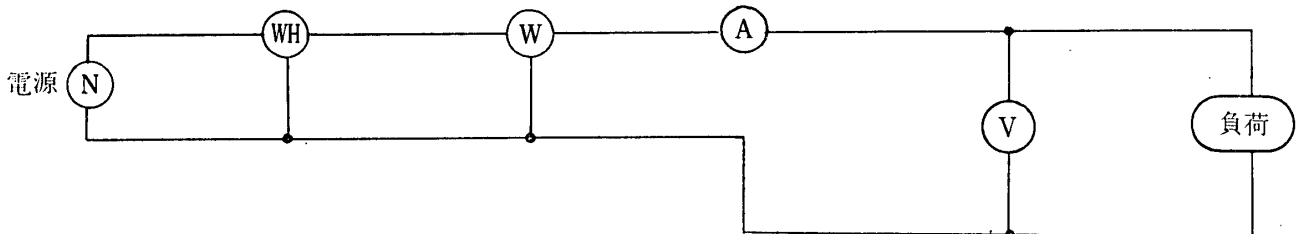
I 緒言

電気冷蔵庫に取付けられたフリージングボックスとバッフルを有する電気冷蔵庫MR-115Sの無負荷自動運転に於ける庫内温度分布並びに

フリージングボックス, 卵入れ, 野菜入れの庫内に於ける各部の温度測定を試みたので, その結果を報告する。

II 実験方法

1) 電気測定結線図 (図1)



WH = 積算電力計

W = 電力計

V = 電圧計

A = 電流計

2) 電子式自動平衡形温度記録計をもって電気冷蔵庫の各部の温度分布を知る。

A 電子式自動平衡形温度記録計, 温度変換器, 測温抵抗体を取付ける。

B 本体各部の温度測定点を定めて取付ける。(図2, 図3)

C 電気諸量の測定のため, 結線図の通り各

計器を取付ける。

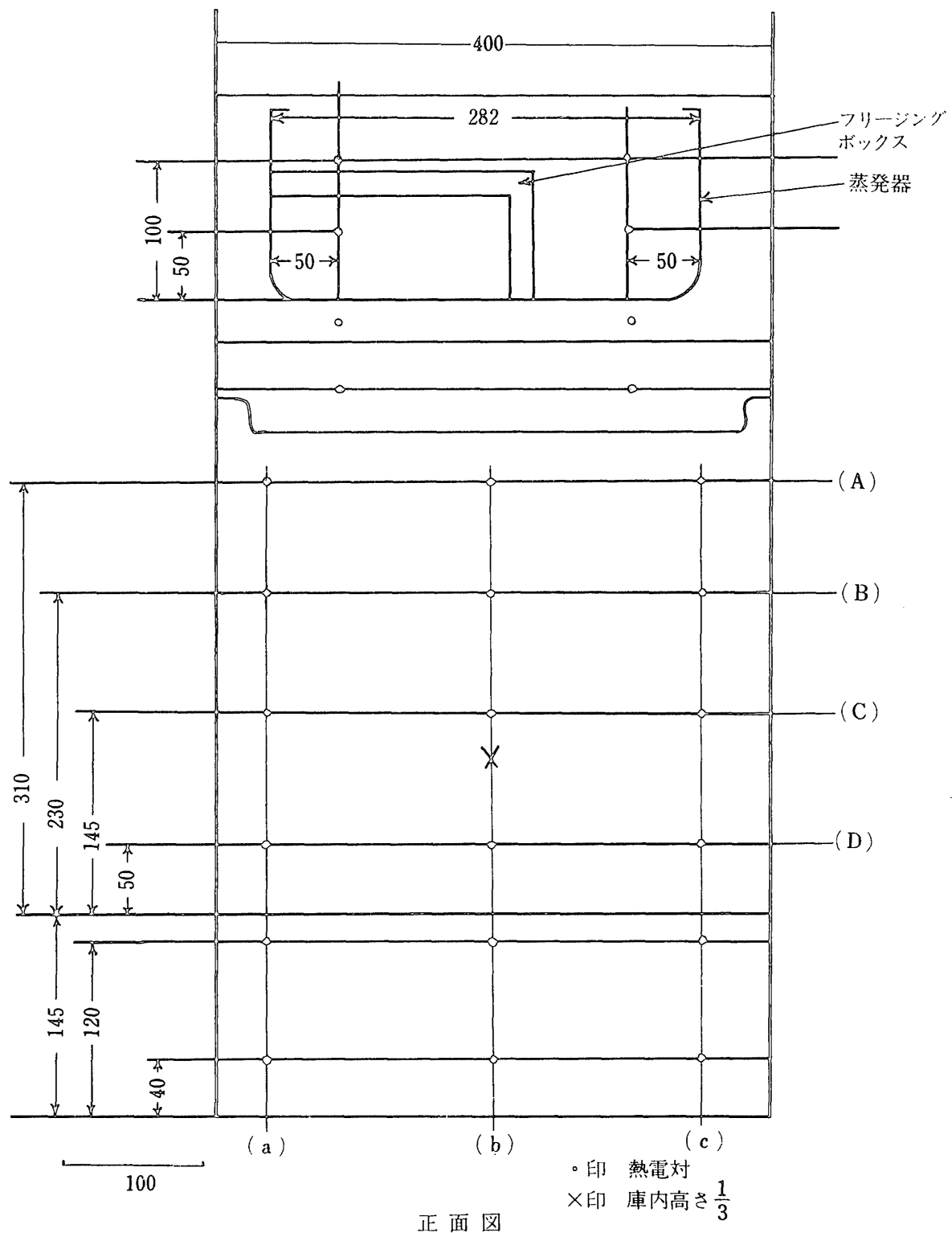
D 測定方法

測定は庫内の温度が安定した時行ない, 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ に於けるバッフル有り無しの場合の温度調節ツマミ位置③⑤⑦(製氷)時の庫内各部の温度測定を行う。(図2, 図3)

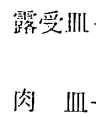
E 庫内温度分布測定方法

庫内温度分布を表わす為庫内及び下げ底に取付けた, 熱電対位置に於て横断面を4段に分け, 縦断面を3列に分け, A, B, C, D, a, b, cとする。(図4)

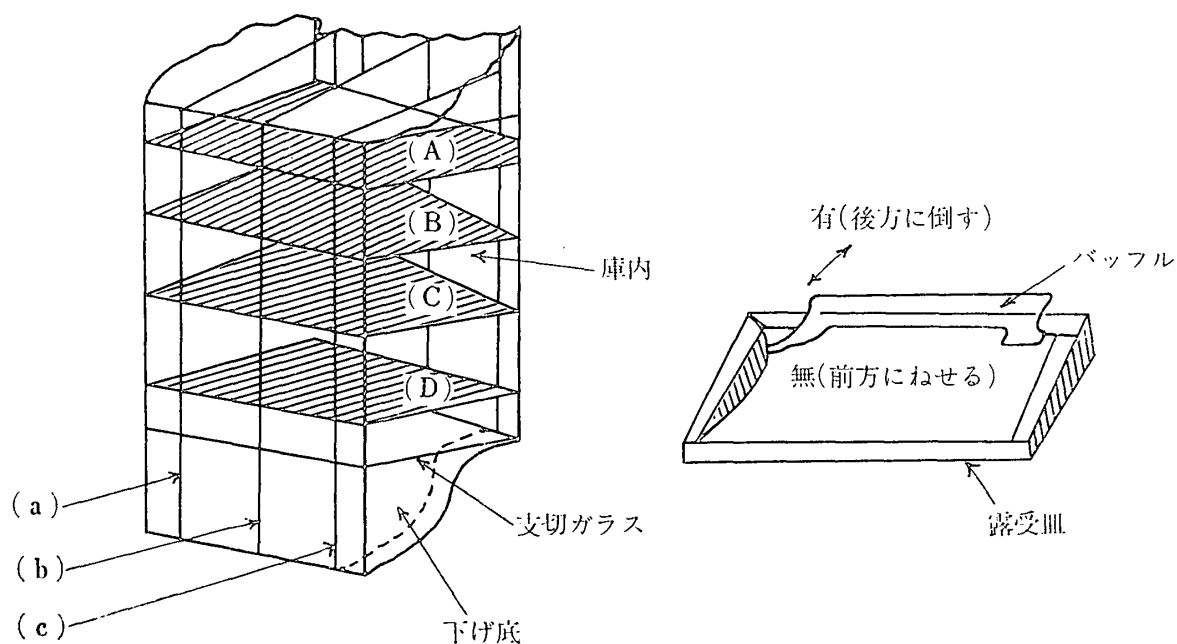
B 本体各部の温度測定点（図2）



側面図 (図3)



3) 温度測定点（図4）



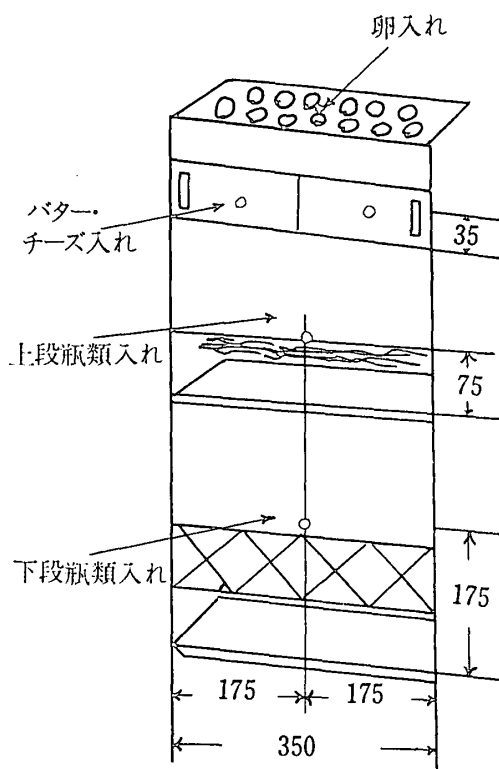
庫内温度分布の測定

2) のD参照

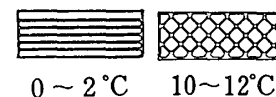
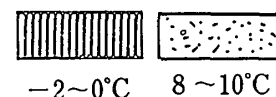
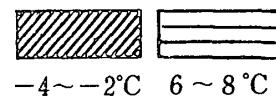
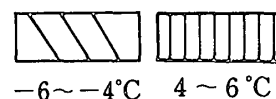
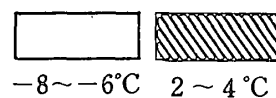
1. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$
としバッフル無し温調ツ
マミ位置 ③
2. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$
としバッフル無し温調ツ
マミ位置 ⑤
3. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$
としバッフル無し温調ツ
マミ位置 ⑦
4. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$
としバッフル有り温調ツ
マミ位置 ③
5. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$
としバッフル有り温調ツ
マミ位置 ⑤
6. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$
としバッフル有り温調ツ
マミ位置 ⑦

4) ドア内壁付属部測定位置（図5）

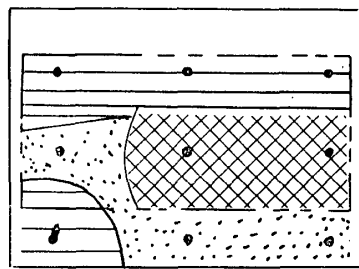
○は熱電対の位置



冷蔵庫 MR-115S の庫内
温度分布及び庫内各部の温
度測定

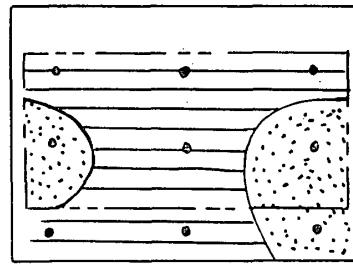


1. 周囲温度 20°C ~ 30°C バッフル無しツマミ ③



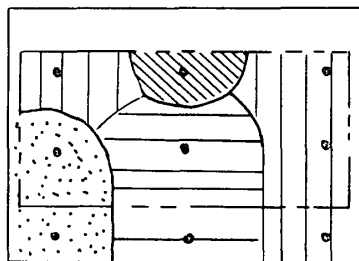
7.4	6.9	7.7
8.1	10.8	10.4
7.5	8.9	8.8

(A)



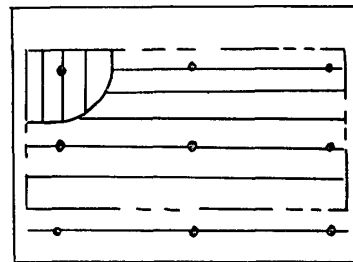
7.4	7.3	6.6
8.6	7.1	8.9
7.9	7.5	8.3

(B)



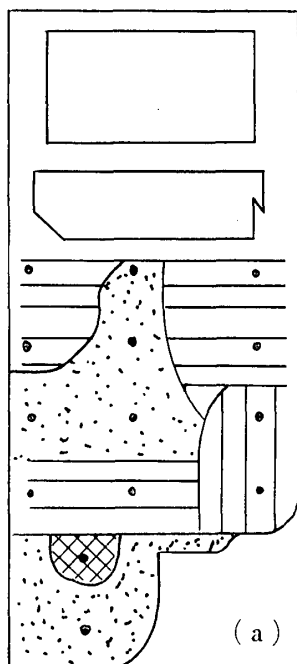
5.3	3.7	4.8
8.4	7.8	5.0
8.2	7.5	5.0

(C)

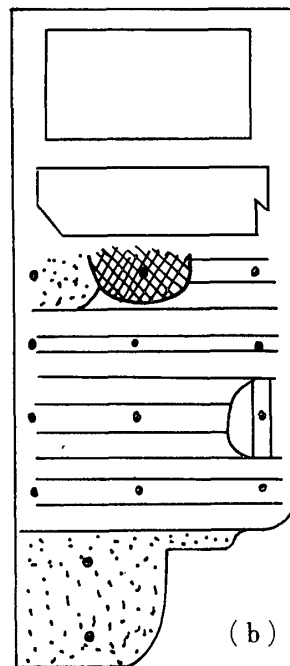


4.3	7.4	7.7
7.2	7.2	6.4
6.3	6.1	6.0

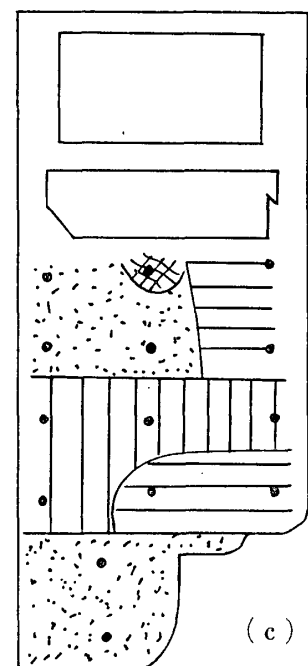
(D)



(a)



(b)



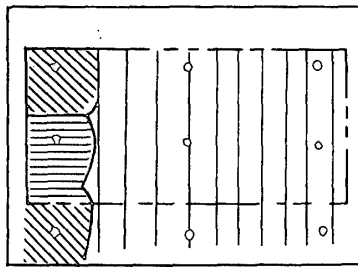
(c)

7.5	8.1	7.4
7.9	8.6	7.4
8.2	8.4	5.3
6.3	7.2	4.3
10.1		
8.2		

8.9	10.8	6.9
7.5	7.1	7.3
7.5	7.8	3.7
6.1	7.2	7.4
10.0		
8.4		

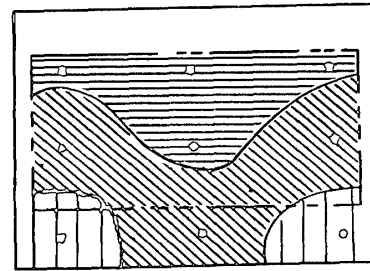
8.8	10.4	7.7
8.3	8.9	6.6
5.0	5.0	4.8
6.0	6.4	7.7
9.7		
7.8		

2. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ バッフル無しツマミ ⑤



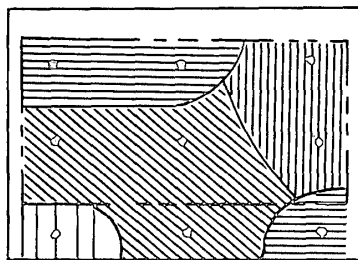
(A)

3.8	5.3	5.2
1.6	4.4	4.0
3.8	5.3	5.2



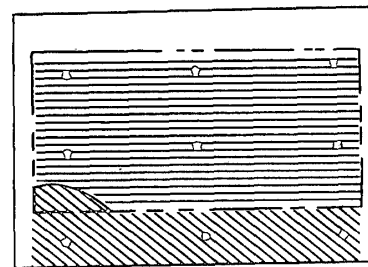
(B)

0.9	1.0	0.4
3.3	1.1	3.5
4.3	3.6	4.4



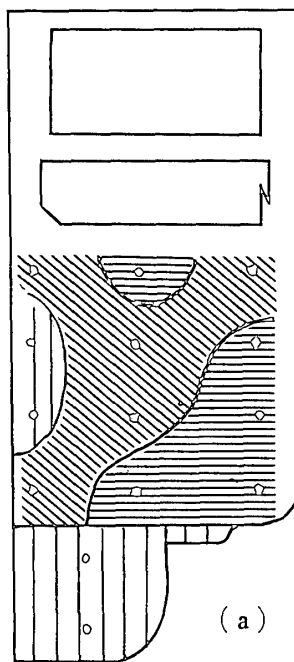
(C)

1.0	1.0	-1.0
2.7	2.1	-0.7
4.2	3.7	1.5



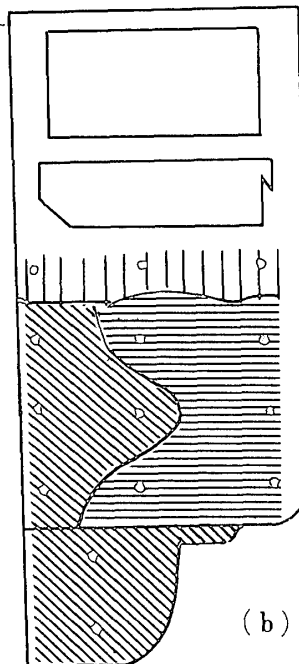
(D)

0.2	1.4	1.8
1.4	1.4	0.7
3.0	2.7	2.7



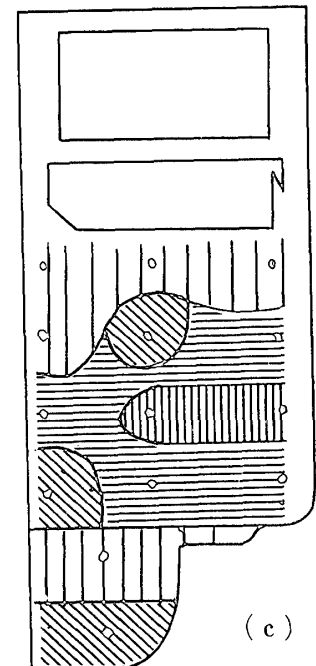
(a)

3.8	1.6	3.8
4.3	3.3	0.9
4.2	2.7	1.0
3.0	1.4	0.2
	5.1	
	3.1	



(b)

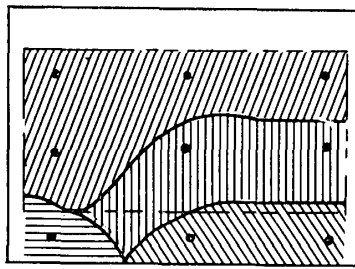
5.3	4.4	5.3
3.6	1.1	1.0
3.7	2.1	1.0
2.7	1.4	1.4
	4.7	
	3.6	



(c)

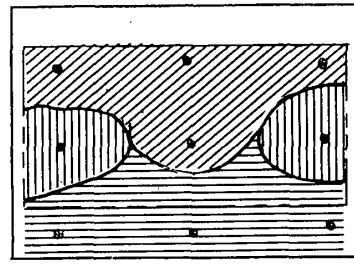
5.2	4.0	5.2
4.4	3.5	0.4
1.5	-0.7	-1.0
2.7	0.7	1.8
	4.7	
	3.2	

3. 周囲温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ バッフル無しツマミ ⑦



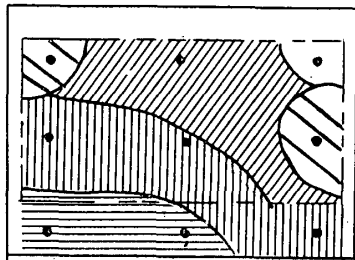
-2.1 -2.8 -3.4
-3.2 -0.4 -0.6
0.8 2.9 3.0

(A)



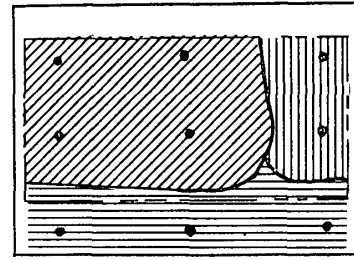
-3.4 -3.4 -2.1
-1.2 -3.2 -0.6
1.8 1.4 2.1

(B)



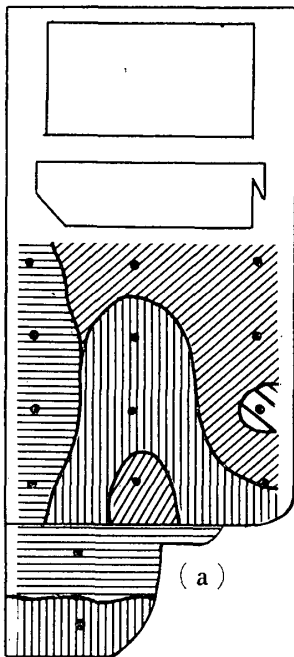
-4.1 -3.9 -6.1
-1.4 -2.0 -5.6
1.9 1.3 1.7

(C)



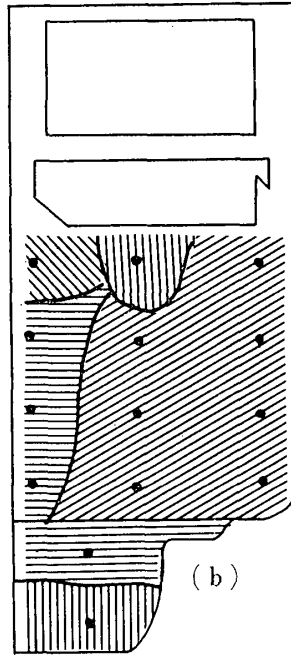
-2.0 -2.3 -1.7
1
-3.6 -3.5 -1.2
0.1 0 0.2

(D)



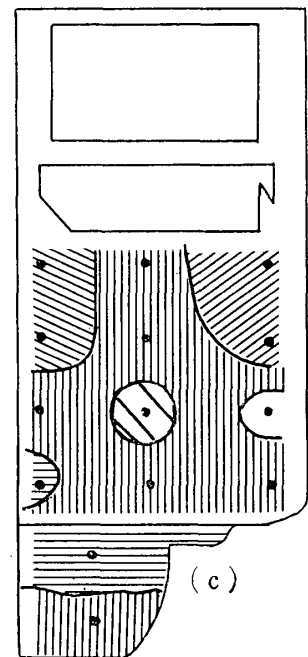
(a)

0.8 -3.2 -2.1
1.8 -1.2 -3.4
1.9 -1.4 -4.1
0.1 -3.6 -2.1
0.9
-0.8



(b)

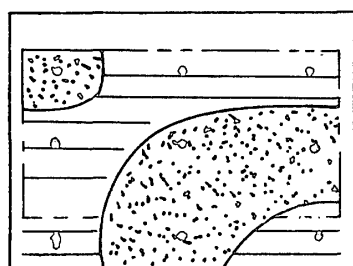
2.9 -0.4 -2.8
1.4 -3.2 -3.4
1.3 -2.0 -3.9
0 -3.5 -2.3
0.3
-0.5



(c)

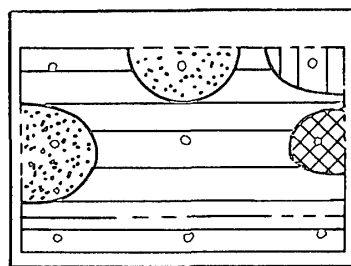
3.0 -0.6 -3.4
2.1 -0.6 -2.1
-1.7 -5.6 -6.1
0.2 -1.1 -1.7
0.3
-0.7

4. 周囲温度 20°C～30°C バッフル有りツマミ ③



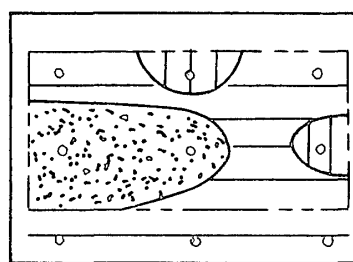
8.1 6.8 6.4
6.8 9.6 9.3
6.0 8.1 7.8

(A)



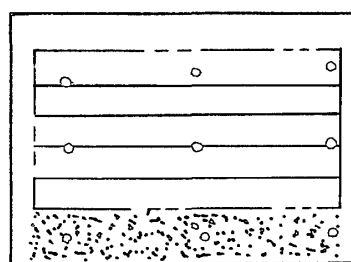
6.3 8.3 5.5
8.6 7.8 10.6
7.3 6.2 7.4

(B)



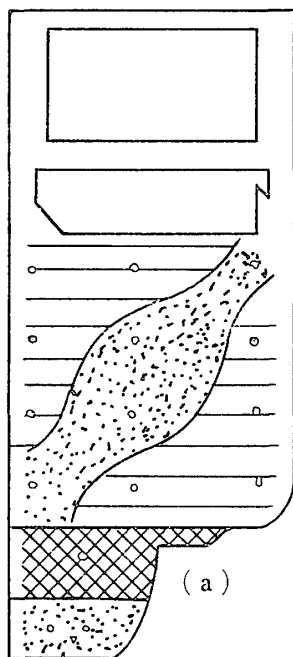
7.3 5.8 7.5
9.9 9.0 5.0
7.2 6.7 7.8

(C)



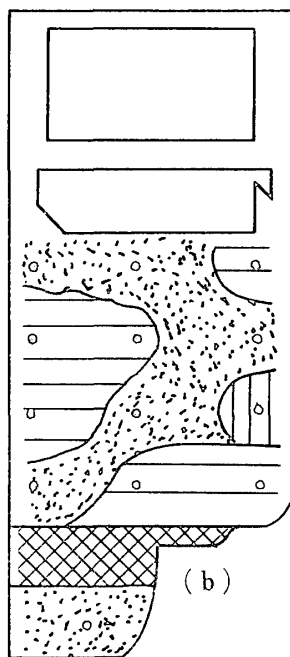
6.2 6.9 7.2
7.3 7.3 6.7
8.7 8.4 8.7

(D)



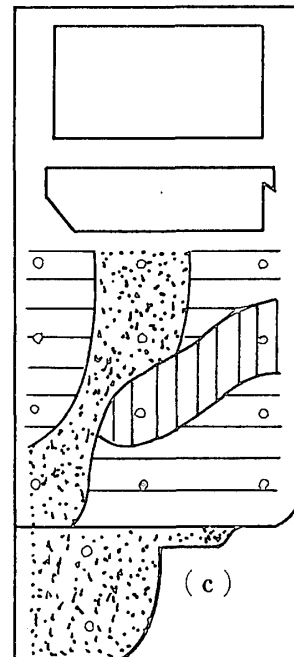
(a)

6.0 6.8 8.1
7.3 8.6 6.3
7.2 9.9 7.3
8.7 7.3 6.2
10.7
9.2



(b)

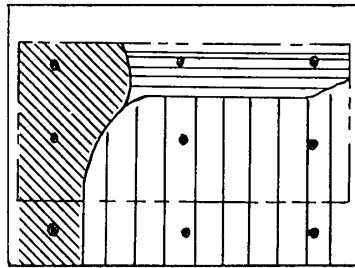
8.1 9.6 6.8
6.2 7.8 8.3
6.7 9.2 5.8
8.4 7.3 6.9
10.2
9.2



(c)

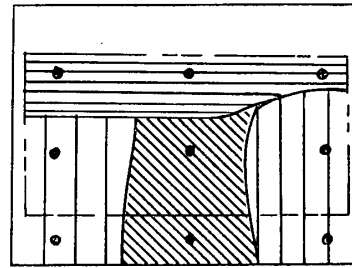
7.8 9.3 6.4
7.4 10.6 5.5
7.8 5.0 7.5
8.7 6.7 7.2
9.8
8.5

5. 周囲温度 20°C～30°C バッフル有りツマミ ⑤



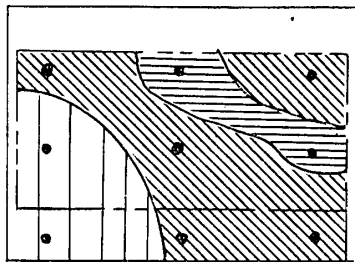
2.9	1.8	1.2
2.5	5.3	4.9
4.0	5.7	5.4

(A)



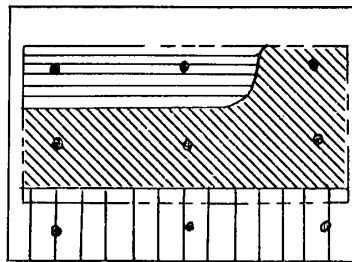
1.1	1.1	0.6
4.2	2.5	5.1
4.9	3.6	4.6

(B)



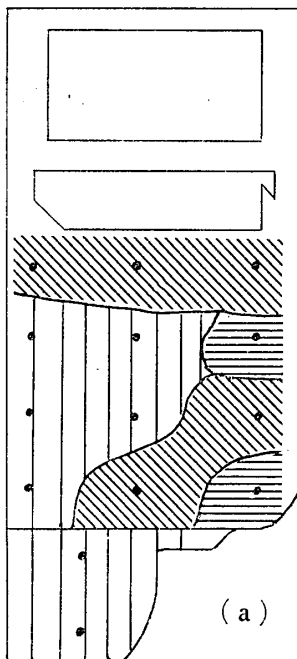
2.4	0.7	2.7
4.4	3.8	0.5
4.5	4.0	2.8

(C)



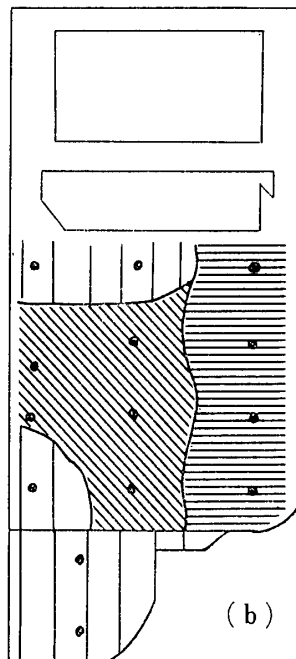
1.4	1.9	2.2
2.7	2.8	2.2
4.7	4.5	4.8

(D)



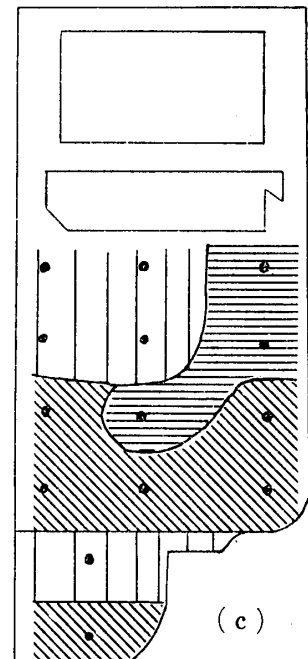
(a)

4.0	2.5	2.9
4.9	4.2	1.1
4.5	4.4	2.4
4.7	2.7	1.4
5.4		
4.1		



(b)

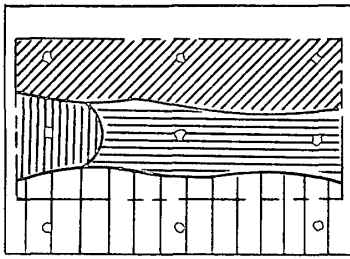
5.7	5.3	1.8
3.6	2.5	1.1
4.0	3.8	0.7
4.5	2.8	1.9
4.9		
4.6		



(c)

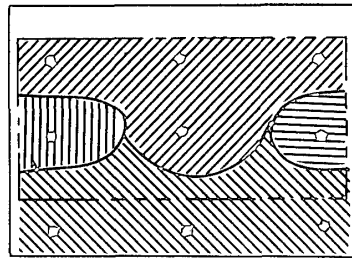
5.4	4.9	1.2
4.6	5.1	0.6
2.8	0.5	2.7
4.8	2.2	2.2
4.8		
3.8		

6. 周囲温度 20°C~30°C バッフル有りツマミ ⑦



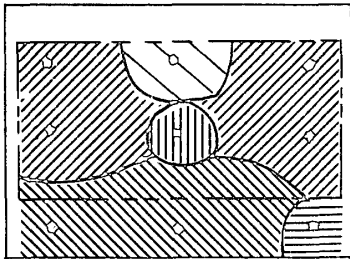
-2.5 -3.2 -3.5
-1.7 0.6 0.2
4.8 5.0 4.6

(A)



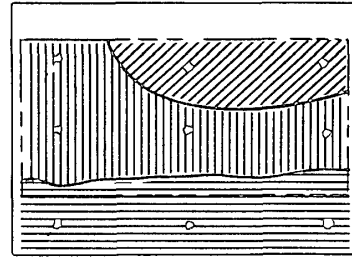
-3.5 -3.6 -3.0
-0.4 -2.2 0.9
4.0 2.3 3.5

(B)



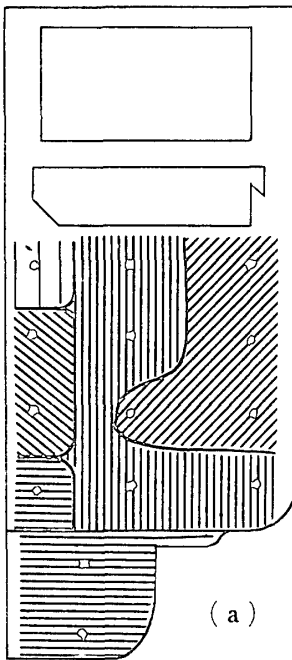
-3.2 -5.1 -2.8
-2.1 -1.0 -3.6
3.4 2.9 0.4

(C)



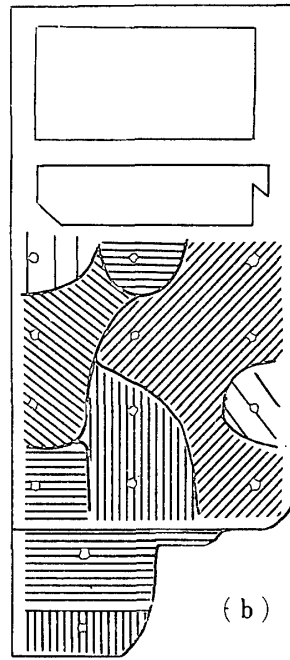
-1.0 -2.6 -2.1
-1.5 -1.3 -1.0
1.5 1.2 1.7

(D)



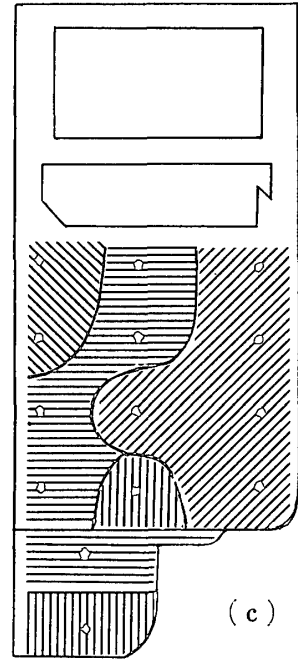
(a)

4.8 -1.7 -2.5
4.0 -0.4 -3.5
3.4 -2.1 -3.2
1.5 -1.5 -1.0
1.3
0



(b)

5.0 0.6 -3.2
2.3 -2.2 -3.6
2.9 -1.0 -5.1
1.2 -1.3 -2.6
0.6
-0.2



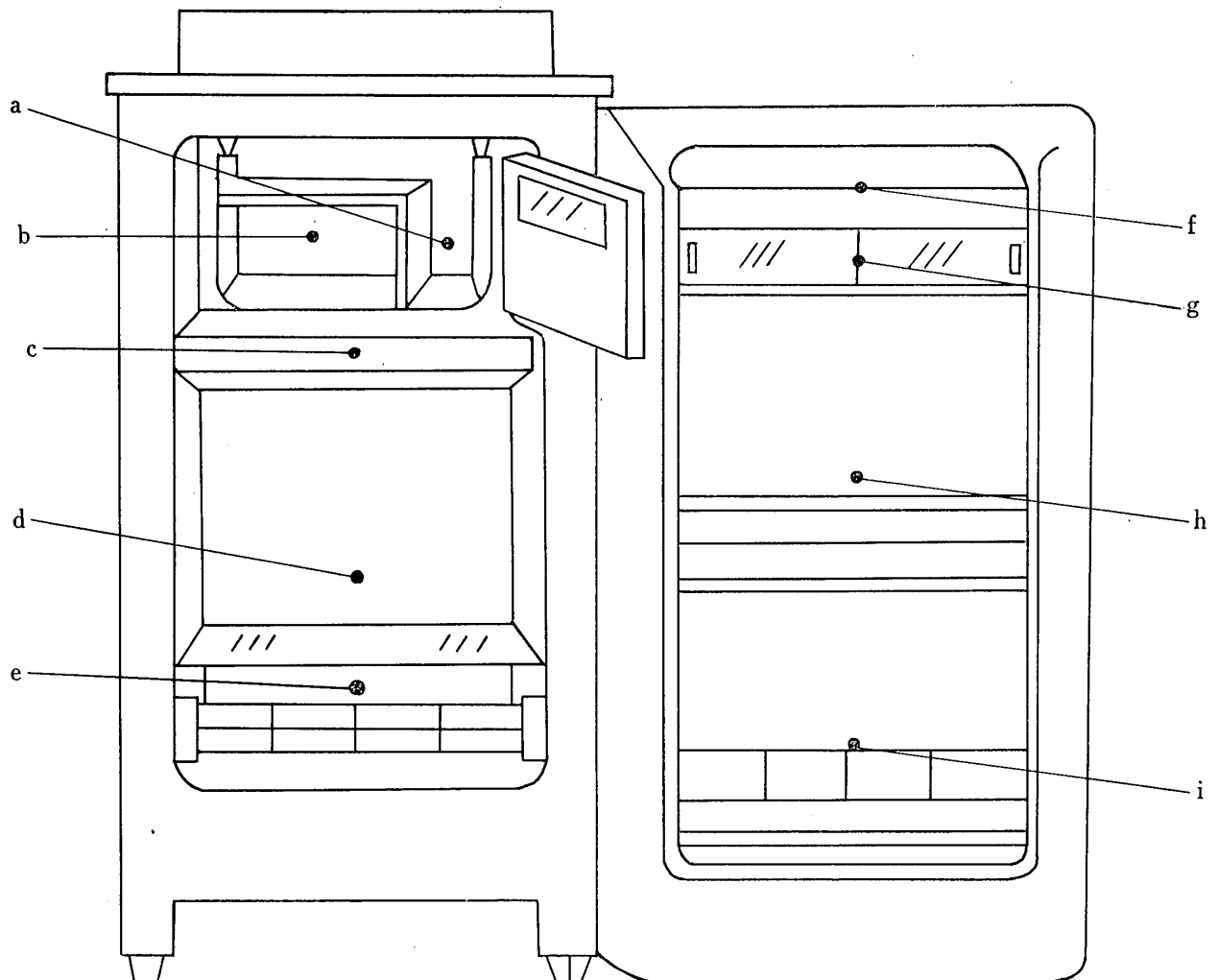
(c)

4.6 0.2 -3.5
3.5 0.9 -3.0
0.4 -3.6 -2.8
1.7 -1.0 -2.1
0.6
-1.1

5) 庫内各部の温度（図6）

A 周囲温度 20°C～30°C

- a フリーザー内（50mm）
- b フリージングボックス内
- c 肉皿内
- d 庫内平均½
- e 下げ底
- f 卵入れ
- g バター チーズ入れ
- h 上段瓶類入れ
- i 下段瓶類入れ



電気冷蔵庫の庫内各部の温度分布の検討（無負荷自動運転に於ける）

(1) 実測された庫内各部の温度及び運転率調整スイッチの動作回数（表1）

温調 ツマミ位置	蒸 発 器		フリーザー内 ^a		フリージング ボックス内 ^b		肉 皿 内 ^c		庫内平均 ^d	
製 氷	-18.7	-18.4	-18.5	-13.4	-21.3	-20.0	-7.3	-7.5	-4.0	-3.4
7	-13.1	-11.9	-12.7	-8.1	-14.9	-13.9	-2.5	-3.2	-1.1	-0.7
5	-7.4	-7.0	-6.5	-2.5	-7.0	-6.8	3.0	3.5	3.8	4.4
3	-1.4	-2.2	1.5	2.2	-4.2	-3.1	10.5	10.5	8.2	8.5

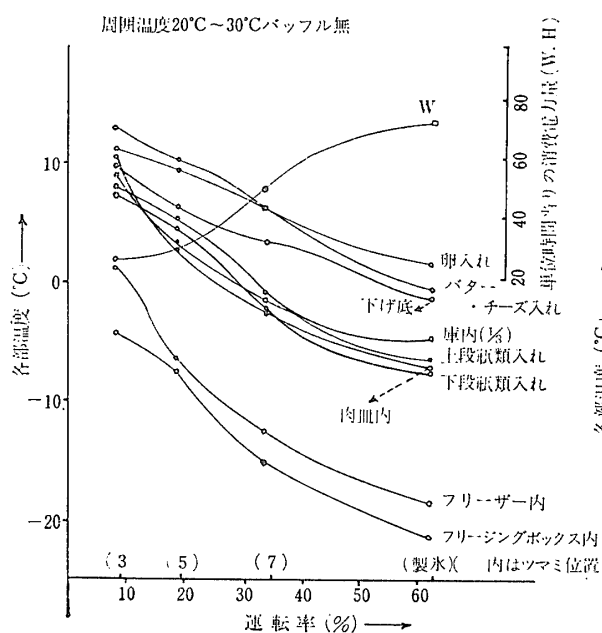
下 ゲ 底 ^e		卵 入 れ ^f		バ タ ー チ ーズ入 れ ^g		上 段 瓶 類 入 れ ^h		下 段 瓶 類 入 れ ⁱ		運 転 率		温調整ス イッチの 動作回数 回/day
-1.4	1.8	1.5	1.5	-0.5	-1.5	-6.2	-4.8	-7.5	-6.3	62	60	120
4.3	4.3	6.4	6.7	6.9	7.1	-1.0	0.2	-2.0	-0.5	34.7	29.8	192
6.6	8.3	9.7	9.9	10.0	10.4	5.2	5.8	4.7	4.9	19.3	18.6	144
9.9	10.3	11.2	13.7	13.2	14.6	8.4	10.0	7.9	9.4	9.9	8.3	28

各欄の右側がバッフル有り

温調整スイッチの動作回数はバッフル無しの時

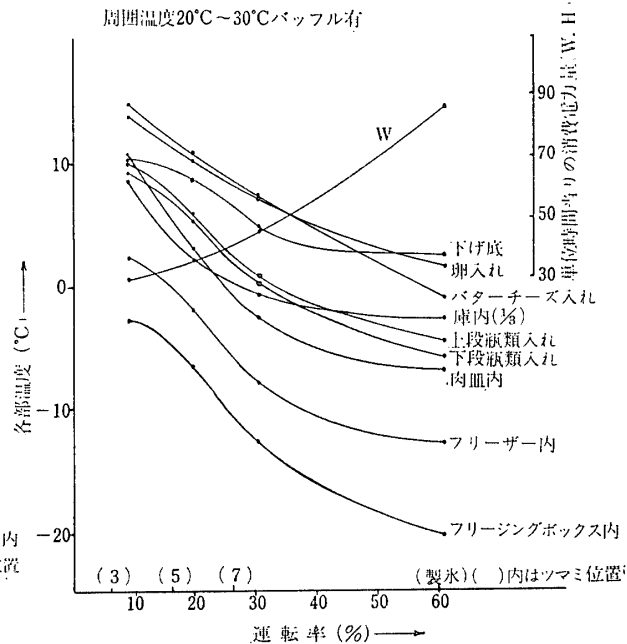
(2) 各周囲温度における庫内温度

a) (バッフル無し) (図7)

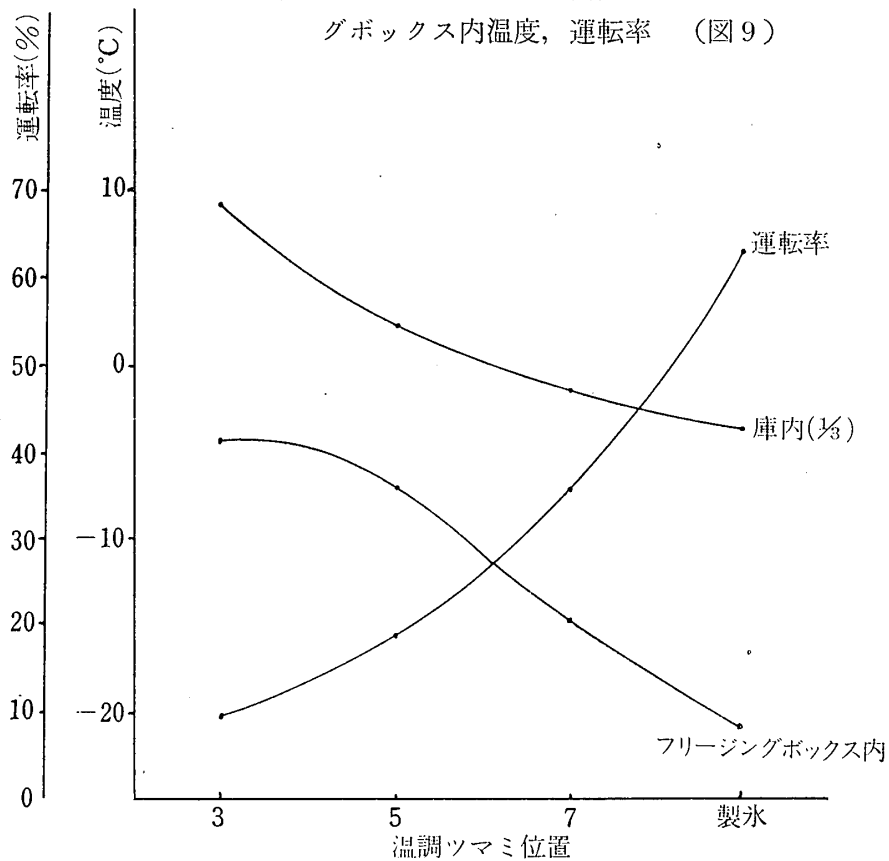


各周囲温度における庫内温度

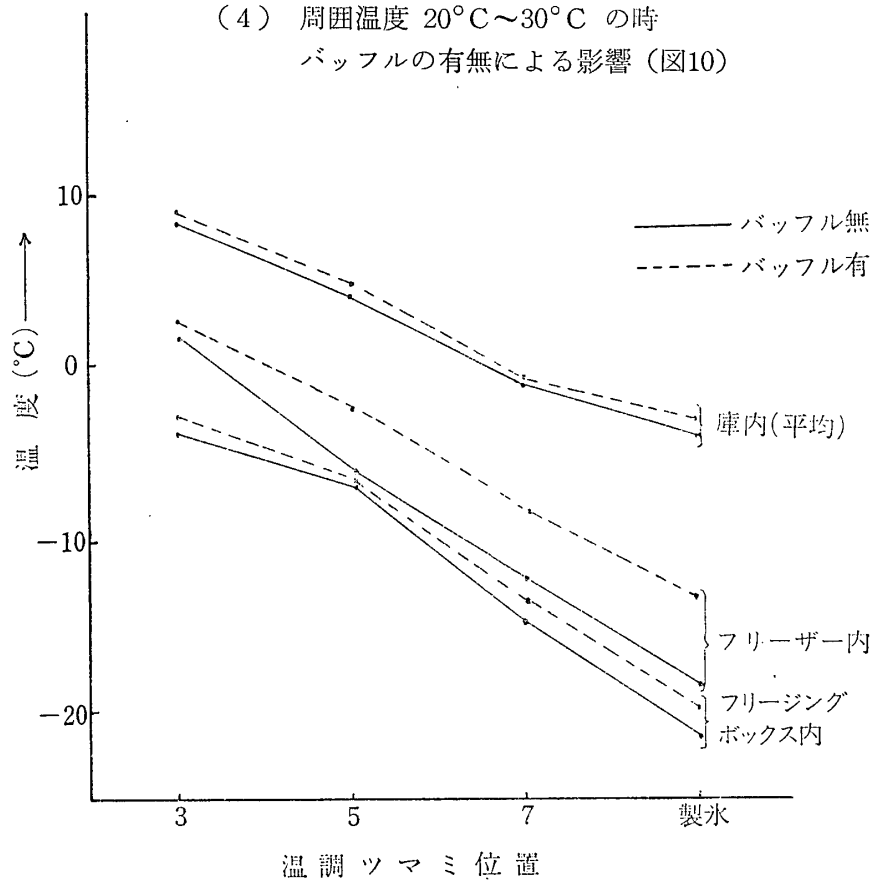
b) (バッフル有り) (図8)



(3) 温調ツマミ位置と庫内、フリージング
ボックス内温度、運転率 (図9)



(4) 周囲温度 20°C~30°C の時
バッフルの有無による影響 (図10)

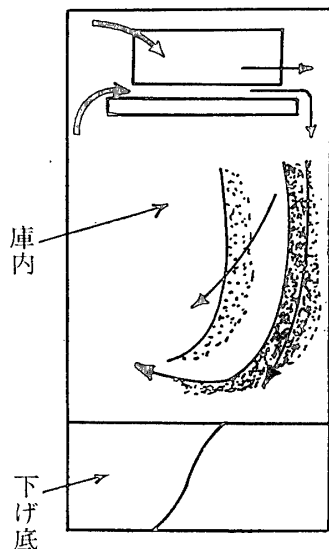


III 考察及び検討

1) 庫内気流の循環過程

庫内温度は庫内上方から下方に下るに従って低くなり、庫内中央から両側壁に近づくに従って高くなる。つまり、庫内下方に下るに従って低温帯が前方及び左右に広がる。（庫内温度分布の測定 2, 3 参照）このことから蒸発器で冷却された冷気は露受皿と庫内背壁のすきまから庫内背壁に沿って庫内下部に降下し蒸発皿の上部または蒸発器と露受皿のすきまから蒸発器に循環するものと考えられる。（図11参照）

庫内気流の循環過程（図11）



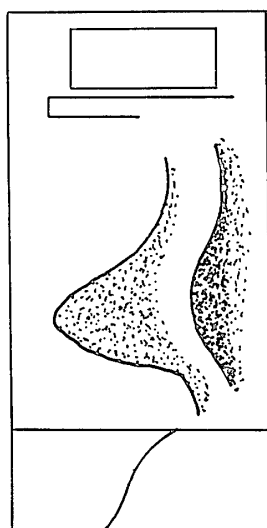
→ 冷氣

→ 暖気

2) 庫内温度分布

周囲温度 20°C～30°C

（図12）周囲温度 20°C～30°C バッフル有りの温度分布ツマミ⑦



バッフル無しの際は冷蔵庫の典型的な温度分布（庫内下方に下るに従って低温帯が前方及び側方に広がる）となる。

バッフル有りの時のツマミ位置⑦においては、横断面（C）の分布が横断面（D）より低くなる。つまり庫内の高さ 145 mm 付近に低温帯が形

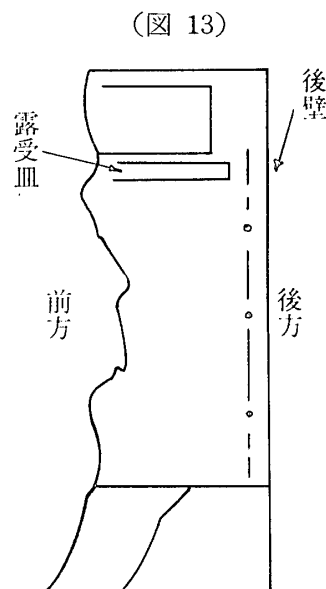
成され図12のように低温帯は庫内前方に凸形の分布となる。

2) 庫内背壁と露受皿の中間垂直方向温度分布

庫内背壁と露受皿の中間垂直方向温度分布を測定した結果、右側が左側に比べて低かった。これは

フリージングボックスが蒸発器の中央付近より左側にある為、蒸発器の上面に生じた冷気がフリージングボックス内にとどまりフリージングボックスの付属していない右側の蒸発器の上面に生じた

冷気は阻止されないで露受皿と後壁のすきまから庫内に降下するだろうと考えられるので右側が左側に比して低くなるだろうと思われる。なおこの部分の温度は庫内後列測定点よりずっと低い温度である。



3) 庫内測定点の最高、最低温度差（表 2）

温調 ツマミ位置	周囲温度 20°C～30°C	
	バッフル	
	有	無
7	1.4	3.1
5	5.2	4.3
3	5.6	7.1

周囲温度20°C～30°Cのバッフル無の時、ツマミ③、⑤の間には温度差が多く、⑤、⑦の間の温度差は比較的少ない。バッフル有の場合③、⑤のツマミに於ける温度差は少なく、ツマミ⑤、⑦の温度差は多い結果となったが庫内温度は均一化される傾向にあることが考えられる。

- 4) 庫内温度を5°Cに保った時の各部温度、消費電力量、及び運転率（下表による）
（バッフル無し）（表3）

周 囲 温 度	20°C～30°C
フ リ ー ジ ン グ ボ ッ ク ス 内	-4.5
フ リ ー ザ ー 内	-2.7
肉 皿 内	3.5
庫 内 (1/3)	5°C
下 段 瓶 類 入 れ	4.8
上 段 〃	5.7
下 げ 底 内	6.3
バ タ ー ・ チ ー ズ 入 れ	8.6
卵 入 れ	14.8
運 転 率	18.3
単位時間当りの消費電力量	約 34 W

- a) 庫内を5°Cに保った時の温調整スイッチの動作回数（バッフル無し）
周囲温度 20°C～30°C ……………168回/day
程度になると考えられる。

- b) 熱漏洩量とフリーザー温度及びフリージングボックス温度との関係
周囲温度が上昇するに従って熱漏洩量が大きくなる為庫内を5°Cに保つにはフリーザーをより冷却しなければならないのでフリーザー内温度、フリーザー内に付属されている、フリージングボックス温度は低下する。一方卵入れ、バターチーズ入れ等の温度は上昇する。

- c) フリージングボックス内温度とフリーザー内温度との差
（庫内5°Cに保った時）
周囲温度20°C～30°C ……………1.8°C

- 5) 庫内温度（庫内1/3）とフリージングボックス内温度は運転率に対してほぼ同じ傾向の曲線となっている。つまり周囲温度20°C～30°Cに於いては庫内とフリージングボックス内温度との差は9.5°Cとなる（図7.8参照）

- 6) 温調ツマミ位置に対する周囲温度20°C～30°Cにおける庫内（1/3）温度フリージング

ボックス内温度変化（図9参照）

- a) 庫内温度

周囲温度20°C～30°Cの時ツマミ位置③、⑤に於いては4.1°Cであって、⑦、（製氷）に於いては2.7°Cの差であって前者より小さくなる。

- b) フリージングボックス内温度

周囲温度20°C～30°Cの時はバッフル無しに於いては被検温調ツマミの平均温度1.5°C、バッフル有りに於いては2.3°Cとバッフル有りの方が温度差が大である。

- 7) バッフルの有無による影響

- a) 周囲温度20°C～30°Cの時

- a 庫内温度

バッフル無しの時の庫内1/3と庫内平均温度はほぼ等しいがバッフル有りの時のツマミ⑦（製氷）に於いては図12のように低温帯が庫内1/3付近に存在する為庫内1/3の温度が庫内平均温度より低くなる。（庫内平均温度より0.15°C低くなる。）バッフル有りの時は無しの時よりも0.5°C程高くなる。

- b フリーザー内温度

ツマミ⑤から（製氷）までを計測するとバッフル有りはバッフル無しより4.6°Cばかり高くなった。

- c フリージングボックス内温度

ツマミ⑤より深くするとバッフル有りの時はバッフル無しの時より0.8°C高くなった。

b及びcに於いては20°C～30°Cという周囲温度の幅の広さがこのような結果をもたらしたものと考えられる。

以上バッフル有りの状態にする事は表1でわかるように庫内に降下する冷気を減少させ、蒸発皿と露受皿との間に冷気を留める作用をする。つまりフリーザー内をより冷却するが庫内温度が高くなる。この現象は20°C～30°Cの温度の中で20°Cに近い温度の時に特にあらわれた。

IV 結 論

MR-115S型冷蔵庫の無負荷のときバッフルの有無により庫内温度、フリーザーボックス温度を中心に各部の温度を調べた結果庫内温度

5℃を基準として検討した。その結果として次のようなことが考えられる。

1) 実負荷の場合にはこの結果とは庫内温度分布が異なり総体的に温度が高くなるだろうと予想できる。従って、ツマミを一段ずつ深くしなければならぬと思われる。

2) フリージングボックス温度と庫内温度との関係について検討する。

(a) 表1のように20℃～30℃に於いて、ツマミ（製氷）としてバッフルを倒すと、フリージングボックス温度は-15℃以下となり、庫内温度は-4.0℃～-3.4℃の最低となるが庫内平均温度は冷え過ぎるきらいがあるが之より他のツマミの位置では良い釣合いは得られないだろう。

(b) アイスクリームを冷凍貯蔵しない時はツマミ5～7の位置でバッフルは有無どちら

でもよい。

このようにすれば2℃～7℃に保たれる。運転率は平均19%～35%で其の他卵入れ、バター入れも冷蔵温度となる。庫内前面の上方は10℃以上となるとときもある。（ツマミバッフル有、無共に9℃～10℃となる）普通食物の冷蔵にはツマミ3～5にしてバッフルは有、無どちらでもよい。この時のフリージングボックス温度は最低-7℃ぐらいとなる。庫内温度は4℃～8℃に保たれる。（表1参照）

この試験に於ては温度を20℃～30℃と幅広く考えたので夏期40℃程に上昇した時の変化をとらえることができなかった事。開閉による庫内温度の変化はみなかった事。どこ迄も基礎実験である故に実負荷の状態については推定にとどまり検討をしていない事等を申添えて、電気冷蔵庫の研究第1報としたい。